

4.流域资源利用与土壤环境

基于 Mate 分析量化生物质炭对土壤团聚体的效应及其异质性

(张连菠、毛天旭、杨浪、孙悦)

贵州大学

摘要: 生物质炭作为一种潜在的土壤改良剂,通过影响土壤团聚体的形成与稳定而改善土壤质量。然而,有关生物质炭对土壤团聚体影响的研究结果并不一致,缺乏全面的评估。因此,本研究以生物质炭、土壤团聚体为关键词在中国知网、Web of science 数据库提取了 437 个水稳性团聚体 (MWD) 案例和 465 个水稳性团聚体含量(R0.25)案例进行来荟萃分析,旨在评估生物质炭对土壤水稳性团聚体含量(R0.25)和团聚体稳定性 (MWD) 的总体影响,以及在不同土壤特性、生物质炭属性和实验类型的异质性,并量化相关指标对异质性的解释程度。结果表明,无论生物质炭类型、实验类型和土壤特性如何,生物质炭添加均可显著提高水稳性团聚体含量 (R0.25) 达 12.90%,以及增加团聚体稳定性 (MWD) 达 17.82%,但均存在显著的异质性 ($Q_t=3025949$, $Q_t=15527.6$)。这种异质性受到土壤特性、生物质炭特性和实验类型等多种因素的影响。就土壤特性而言, MWD 的效果在砂土中最佳,而 R0.25 在壤质土壤中表现最好。同时生物质炭对 MWD 和 R0.25 的响应比 ($\ln R$) 随土壤粉粒含量的增加而增加,随黏粒和有机碳含量的增加而减少,呈现出显著的线性负相关 ($P<0.05$)。在生物质炭性质方面,通过木材热解生产的生物质炭对 MWD 和 R0.25 的增益效果最好,同时在低高温 ($<350^{\circ}\text{C}$) 条件下生产的生物质炭使 MWD 提高 16.70%, R0.25 提高 14.26%,优于在中高温 ($350-600^{\circ}\text{C}$) 和高温 ($>600^{\circ}\text{C}$) 条件下生产的生物质炭。此外随着生物质炭施用率的增加,其对土壤团聚体的影响显著增强 ($P<0.05$),并且随着时间的推移,生物质炭对土壤团聚体的改善效果变得更加显著。从生物质炭的施用方式来看,生物质炭与有机肥 (NPK) 结合施用比单独施用生物质炭具有更好的改善效果。与其它异质性指标(如施用时间、施用率和土壤 pH 值)相比,土壤中的黏粒、粉粒和有机碳 (SOC) 含量对效应异质性的解释度相对较高,对 MWD 与 R0.25 异质性的解释度分别为 5.06%-9.68%、2.93%-13.37%。荟萃分析表明,生物质炭可以作为土壤改良剂来改善土壤团聚体。然而,在实际应用中,需要综合考虑多种因素,结合实验条件和特定的生物质炭及土壤性质,合理施用生物质炭以达到改良效果。

关键词: 生物质炭, 土壤团聚体, mate 分析